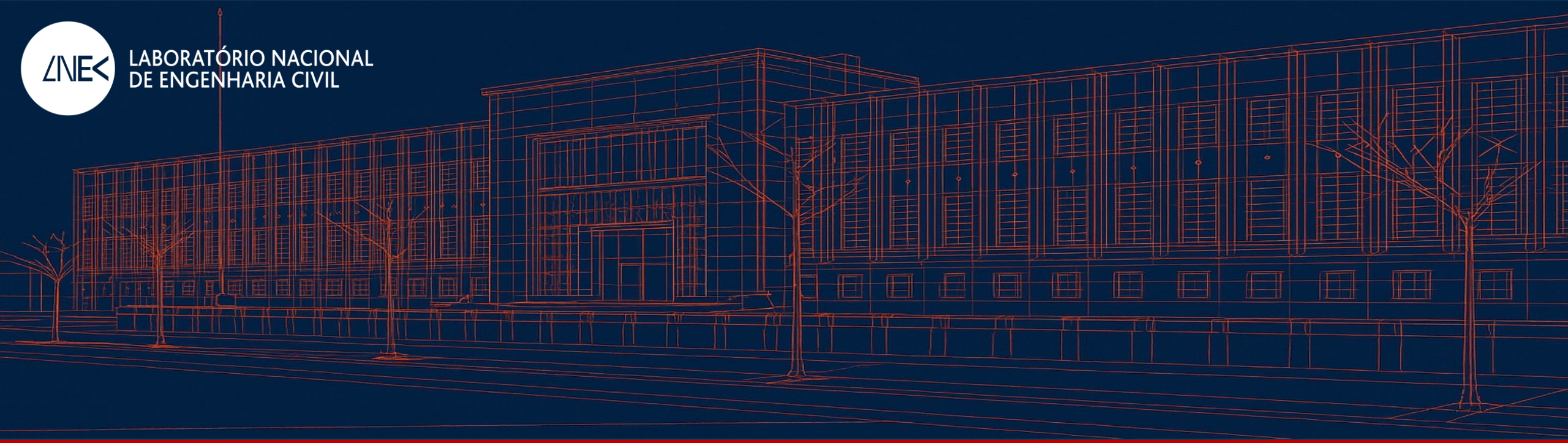
LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



La importancia del papel de la investigación en Ingeniería como apoyo al desarrollo social y económico

Laura Caldeira



Introducción

La investigación en ingeniería transforma el conocimiento en soluciones que responden a los grandes desafíos de la sociedad, promoviendo un crecimiento económico sostenible, la seguridad, el bienestar y la calidad de vida.

La investigación en ingeniería constituye el vínculo entre la ciencia y la aplicación práctica, permitiendo que los descubrimientos científicos se traduzcan en infraestructuras, tecnologías, procesos y políticas que benefician directamente a los ciudadanos.

Ingeniería como motor de la innovación

Sin investigación, la ingeniería se limita a reproducir soluciones existentes

Con investigación, crea nuevas soluciones

La innovación es hoy el principal factor de competitividad de las economías



Desarrollo de nuevos materiales



Creación de procesos constructivos más eficientes



Incorporación de la digitalización, de la inteligencia artificial y de la robótica



Aumento de la productividad de la industria

Respuesta a los grandes desafíos globales

La investigación en ingeniería se encuentra nel centro de prácticamente todos los desafíos identificados por las Naciones Unidas

La ingeniería proporciona las herramientas necesarias para transformar los objetivos políticos en soluciones concretas



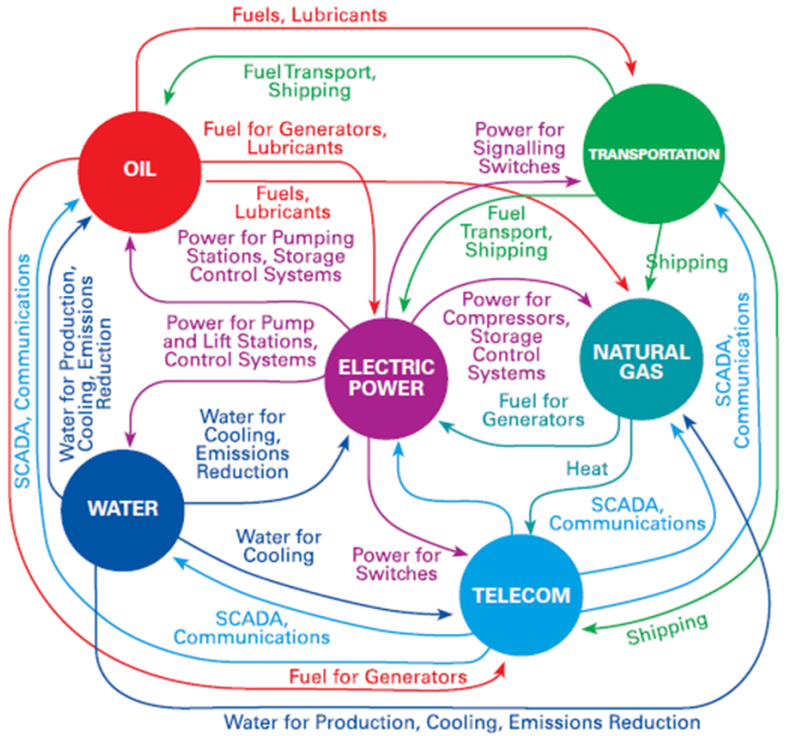
- Cambio climático
- Transición energética
- Escasez de agua
- Movilidad sostenible
- Ciudades inteligentes
- Adaptación a los riesgos naturales
- Economía circular

Infraestructuras más resilientes

Se pasa de una ingeniería correctiva a una ingeniería preventiva

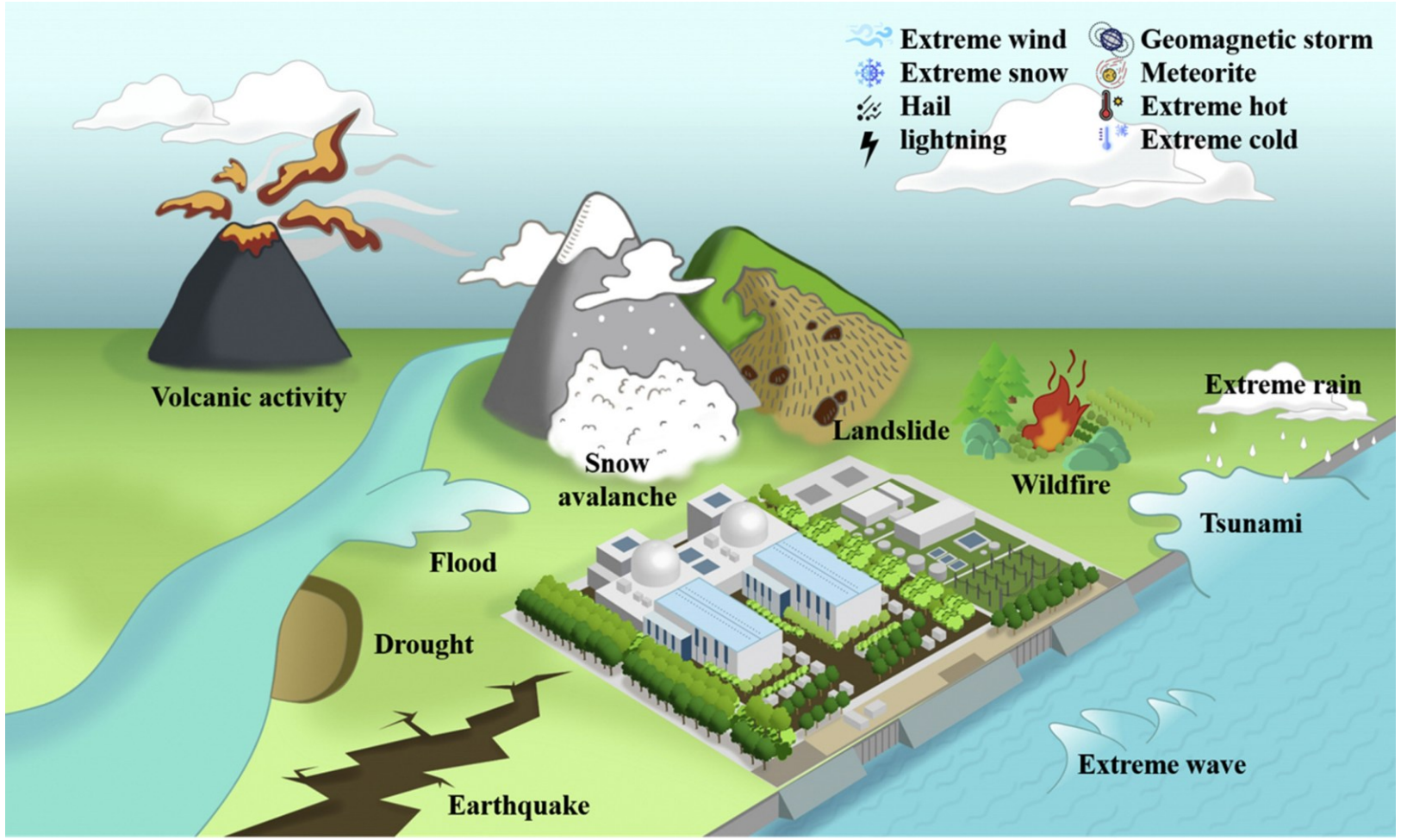
Investigar es anticipar riesgos y criar soluciones

INTERDEPENDENCIAS



- Aumentar la seguridad
- Prolongar la vida útil
- Reducir los costes de mantenimiento
- Prever los fallos antes de que ocurran



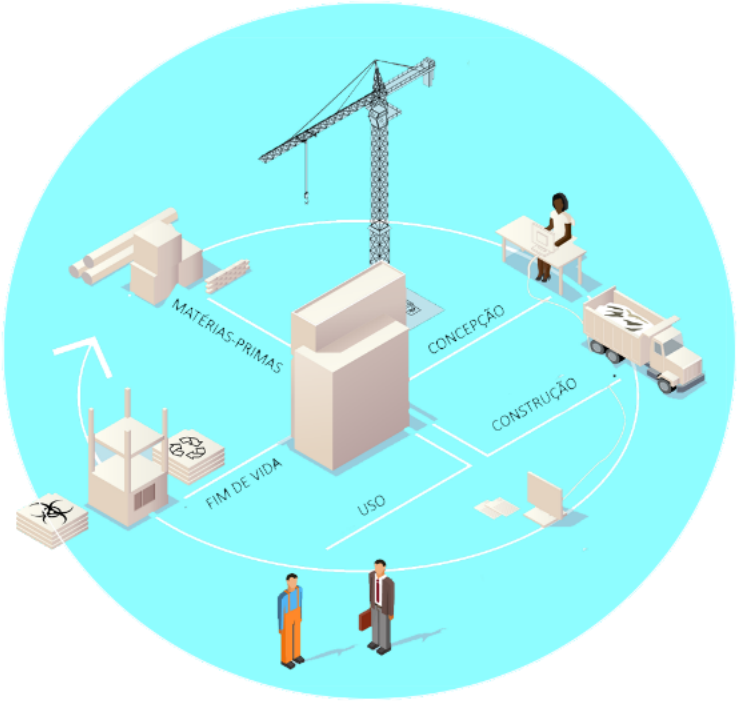


Eujeong Choi, Jeong-Gon Ha, Deagi Hahm, Min Kyu Kim, A review of multi-hazard risk assessment: Progress, potential, and challenges in the application to nuclear power plants, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 53, 2021, 101933, ISSN 2212-4209, https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101933.

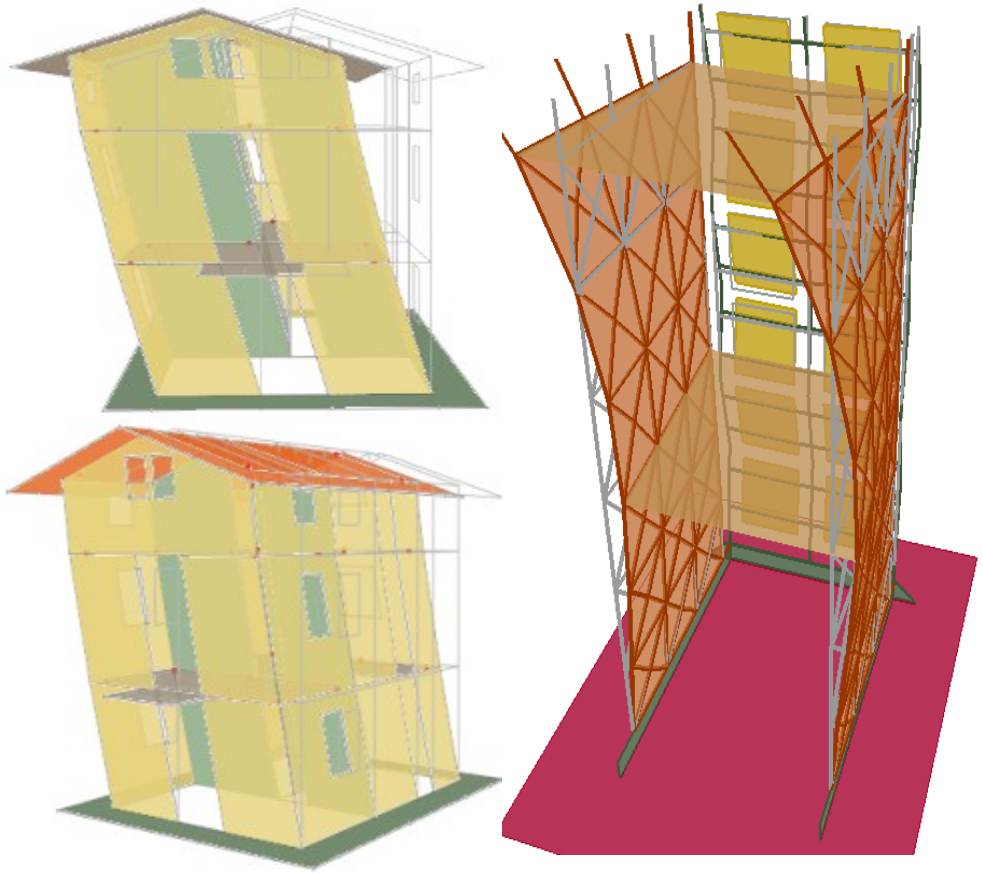
Sostenibilidad

Hoy ya no basta con construir. Es necesario construir con menos carbono, con menos energía, consumiendo menos recursos, reutilizando materiales y protegiendo los ecosistemas.

Una ingeniería capaz de conciliar seguridad, funcionalidad, economía y sostenibilidad



- Nuevos materiales de bajo contenido en carbono
- Hormigones con menor huella ambiental
- Materiales reciclados y reutilizados
- Procesos industriales más limpios.
- Soluciones basadas en la naturaleza



Construcción modular

Promueve

- Industrialización
- Aceleración de procesos
- Optimización de recursos con reducción de desperdicios de materias primas
- Utilización de materiales reciclados y productos innovadores
- Reducción de los impactes da construcción
- Recapacitación y retención de mano de obra calificada en el centro de producción
- y Implementación de procesos de produccióm mas eficientes

Exige

- Digitalización y robotización
- Grandes inversiones en equipos y instalaciones
- Contratación/formación de personal especializado
- Escala

Creación de riqueza

Los países que invierten en investigación tienden a presentar una mayor productividad y un mayor valor añadido en sus economías

Nuevas empresas

(start-ups e spin-offs)



Nuevos productos





Exportación de tecnología y patentes



Servicios especializados y empleos altamente cualificados

Formación de talento

El capital humano sigue siendo el recurso más valioso de cualquier país.

Os proyectos de investigación forman nuevos investigadores



Cualifican los ingenieros



C5Lab Sustainable Construction Materials Association

Acercan los institutos de investigación y las empresas



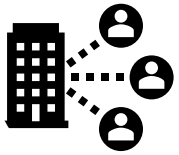
Atraen talento internacional

Digitalización de la ingeniería

La ingeniería se convierte en una disciplina basada en datos, permitiendo tomar decisiones más rápidas y fundamentadas.



Inteligencia Artificial



Building Information Modelling y Digital Twins



Sensores inteligentes, Internet de las Cosas y monitorización en tiempo real



Modelos predictivos y mantenimiento predictivo

Monitorización de la salud estructural (SHM) de Puentes



Salah Bey Viaducto, Constantine, Algeria (2014)

Principales retos de SHM:

- Seguimiento de los efectos de la degradación de los materiales (corrosión, fatiga y reacciones de hinchamiento interno en el hormigón)
- Desarrollo de técnicas de identificación de daños
- Integración de SHM en los sistemas de gestión de puentes
- Cuantificación del valor de la información de SHM

Apoyo a las políticas públicas

La investigación proporciona evidencia científica para apoyar decisiones

La ingeniería proporciona conocimiento independiente que reduce la incertidumbre en la toma de decisiones



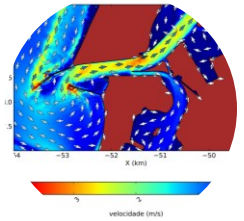
Seguridad de presas



Riesgo sísmico



Adaptación de las zonas costeras

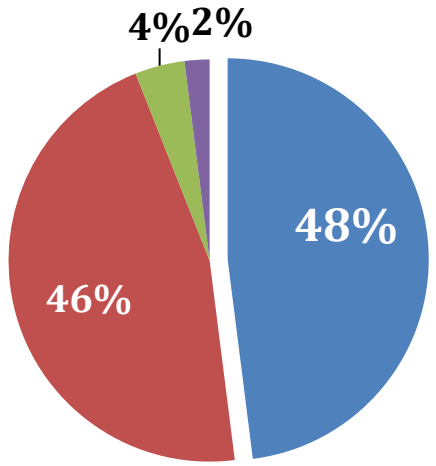


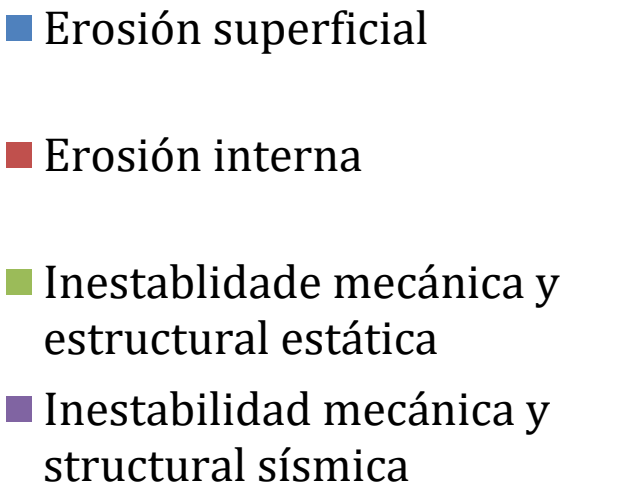
Estructuras portuarias

Seguridad de presas

Erosión interna y formación de brechas

Estadísticas sobre rupturas de presas de materiales sueltos





Población de 11200 presas de materiales sueltos

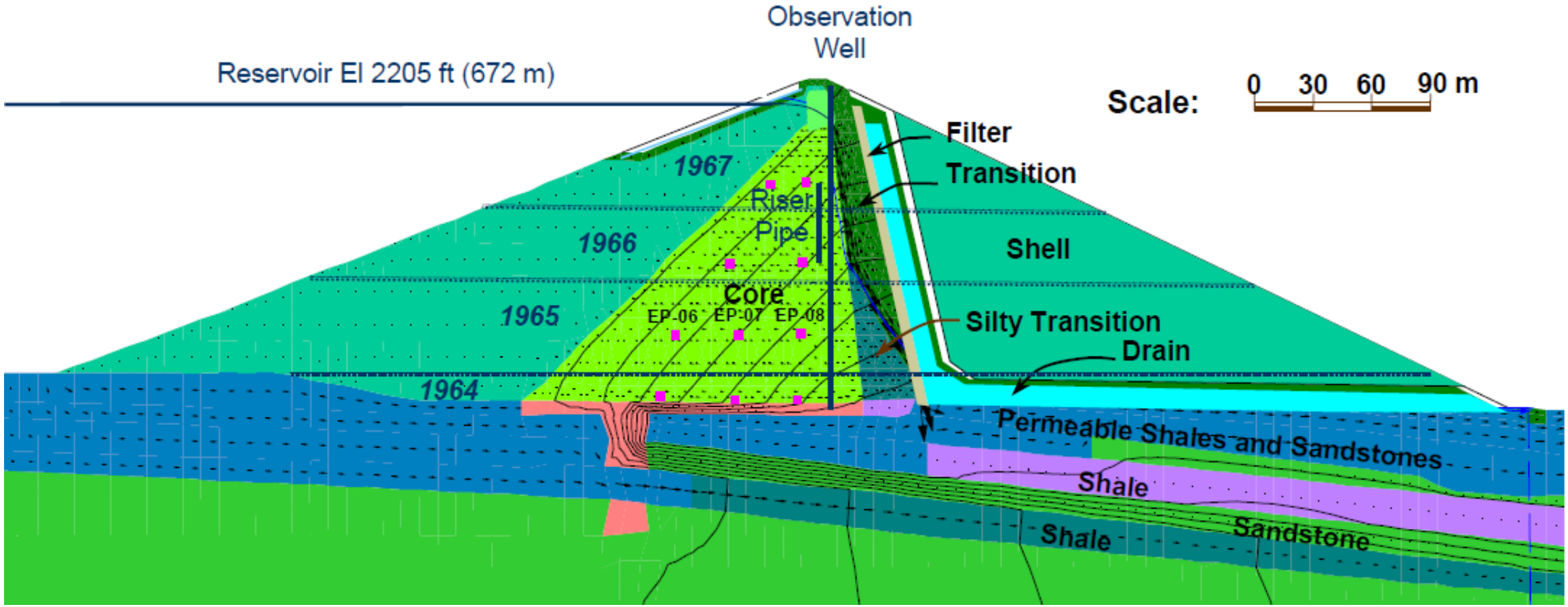
Erosión interna

- **Rupturas: 1 en 200** (0,5%)
- **Incidentes: 1 en 60** (1,5%)

International Commission on Large Dams
ICOLD (2017)

Foster *et al.* (2000)

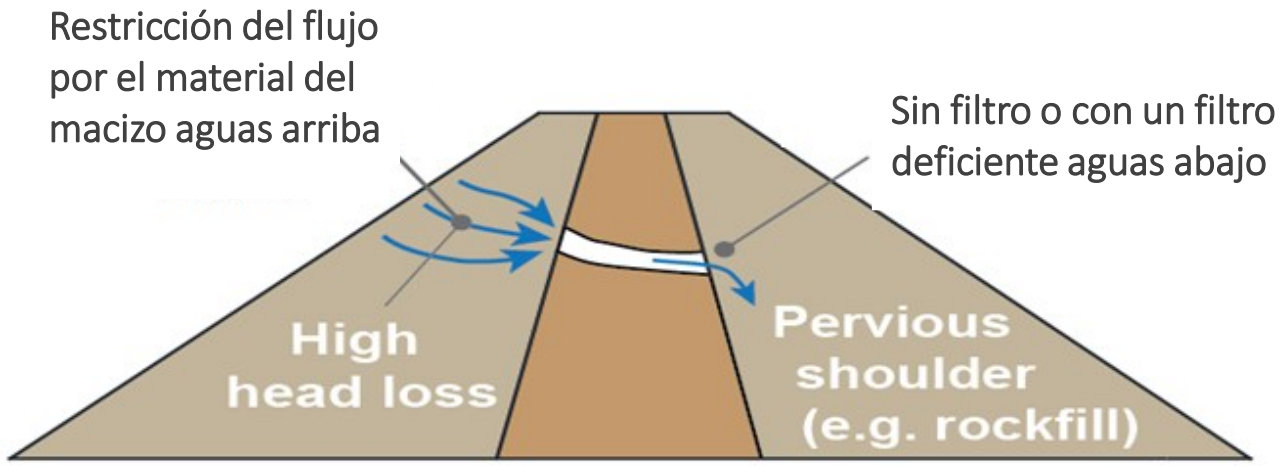
Presa de Bennett



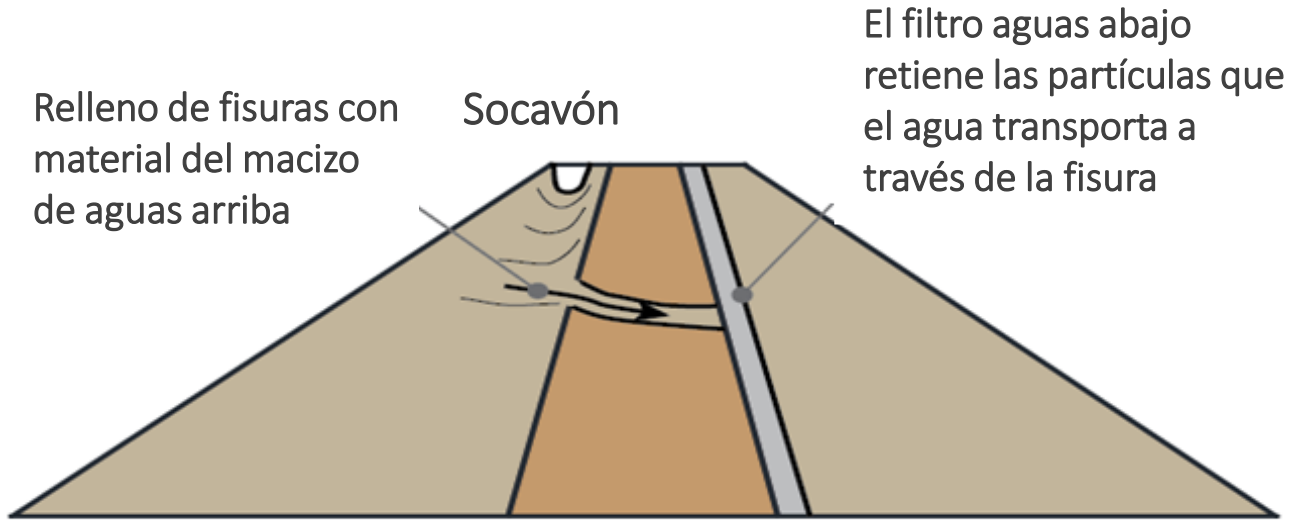

Sinkh
(BM 1
Sinkhole
(BM 2)


•2.5 m diameter at crest
•7 m deep sinkhole
•extremely loose zone to 80 m depth
•variable zone to 125 m depth

Medidas para prevenir la progresión de la erosión interna



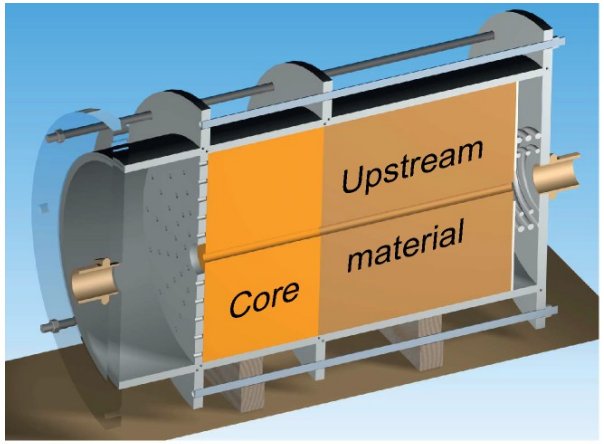
Medida de restricción del flujo

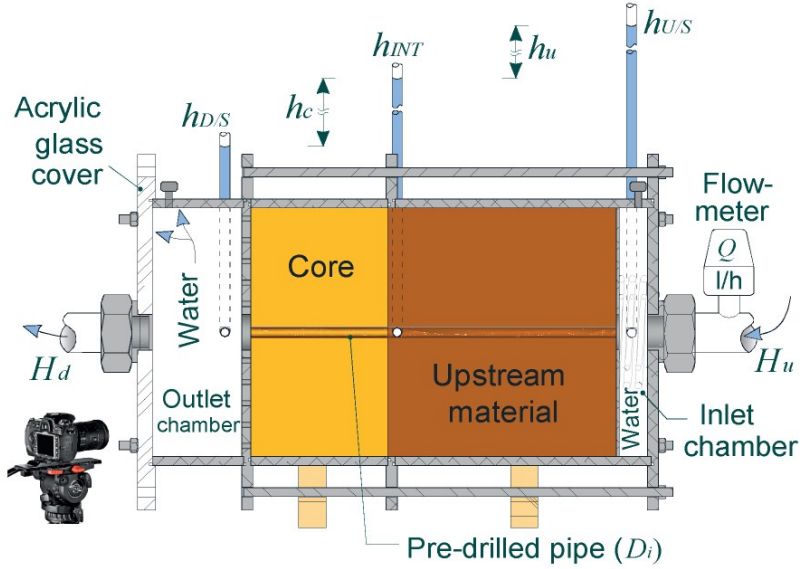


Medida de relleno da fisura

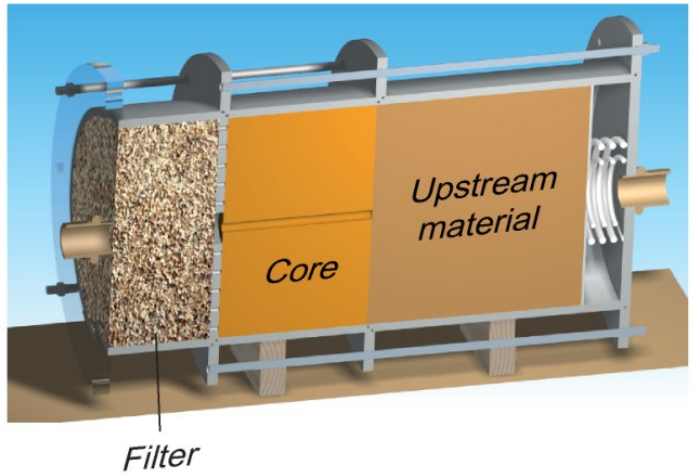
Dos ensayos de laboratorio distintos

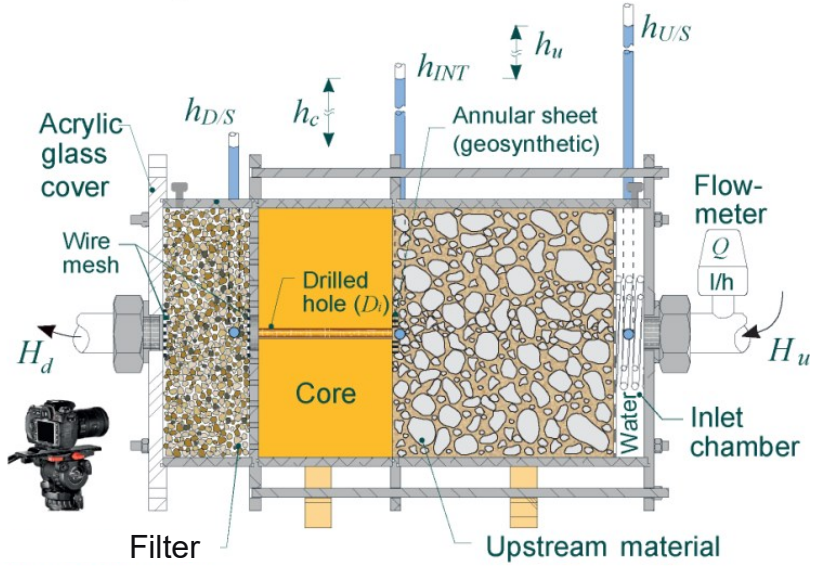
> Ensayo de erosión con restricción del flujo (FLET)





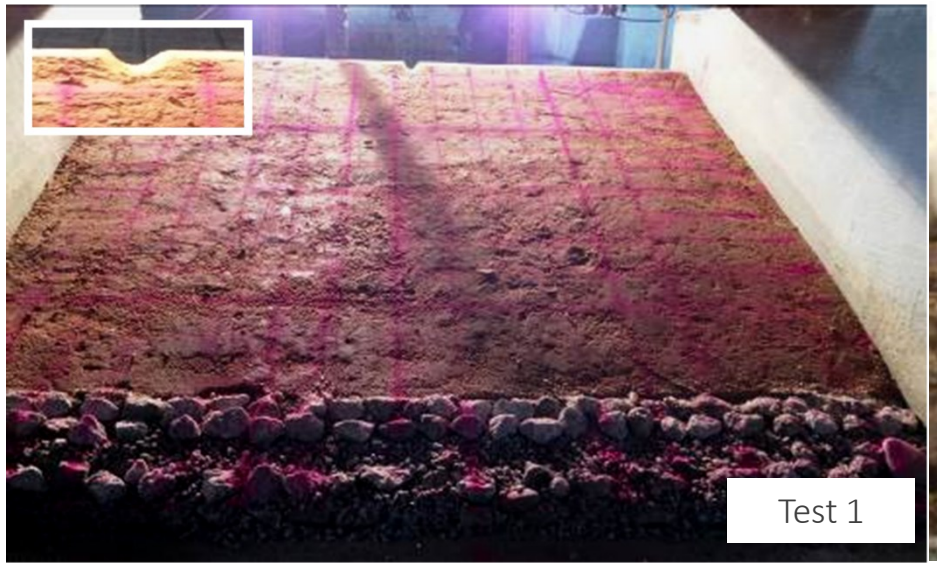
> Ensayo de erosión con relleno de fisura (CFET)

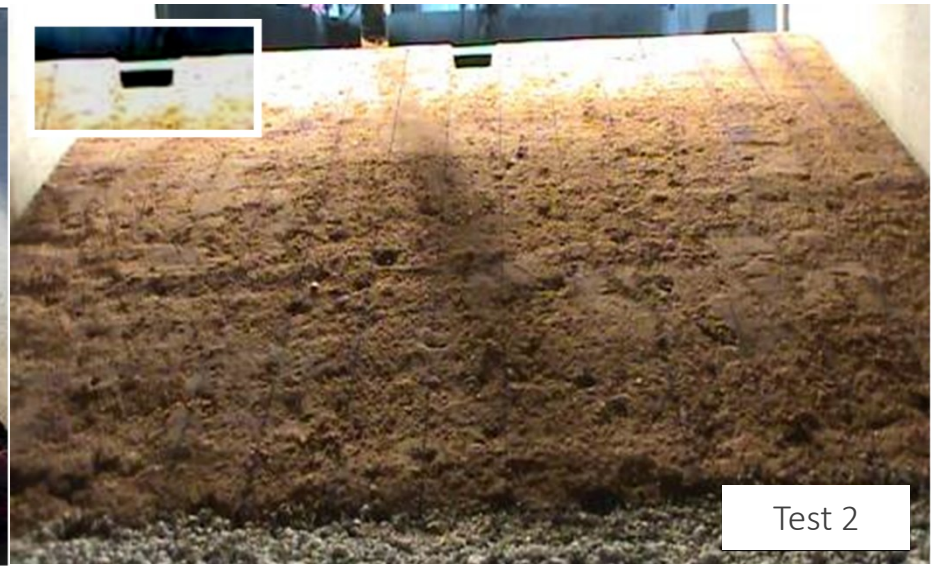




Ensayos de brechas de presas

Dos ensayos con presas de arena limosa





DESIGNAÇÃO	Embankment dam type	Initial Breach geometry	W [%] / g_d [kN/m^3]	GC [%]	Compaction method	h [m]	L_{coroam} [m]	Upst/Downs Slope
Test 1	homogeneous (*)	triangular	7.3 / 18.41	92	mechanic	0.48	0.17	1V:2H/1V:2.5H
Test 2	homogeneous (*)	rectangular	7.5 / 18.37	92	mechanic	0.48	0.17	1V:2H/1V:2.5H

Diferentes canales piloto iniciales

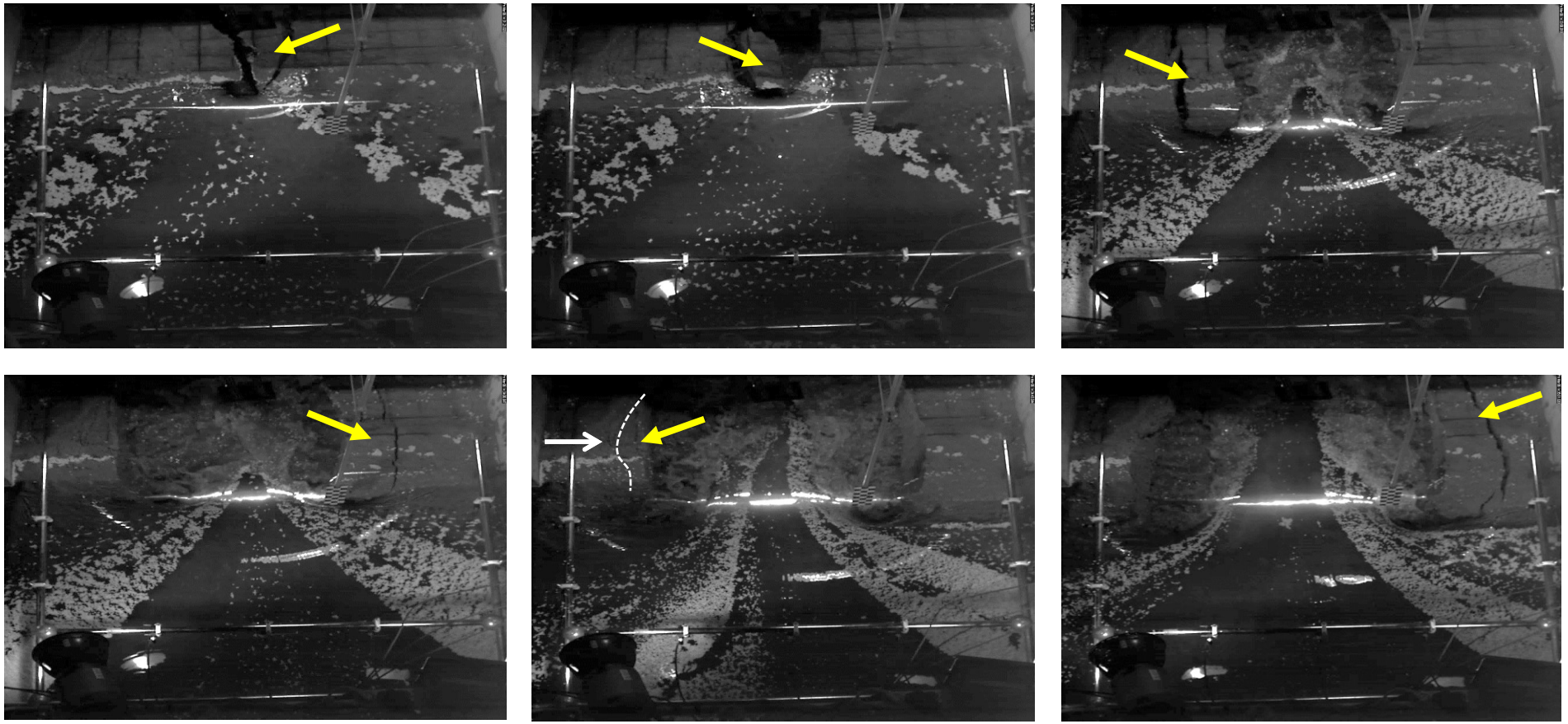
Ensayos de brechas de presas

Técnicas de imagen para cuantificar simultáneamente la geometría del flujo contraído, la velocidad del flujo y el tamaño y la ubicación de los episodios de desprendimiento masivo



Ensayos de brechas de presas

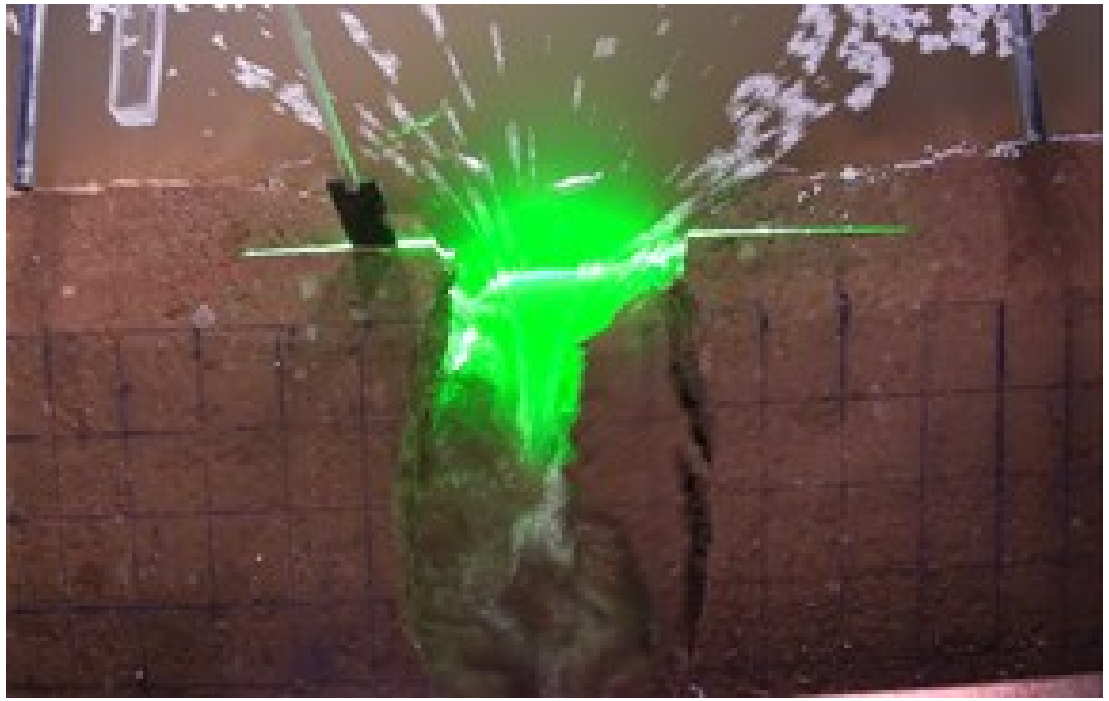
Técnicas de imagen para cuantificar simultáneamente la geometría del flujo contraído, la velocidad del flujo y el tamaño y la ubicación de los episodios de desprendimiento masivo



Impacto de los episodios de desprendimiento masivo

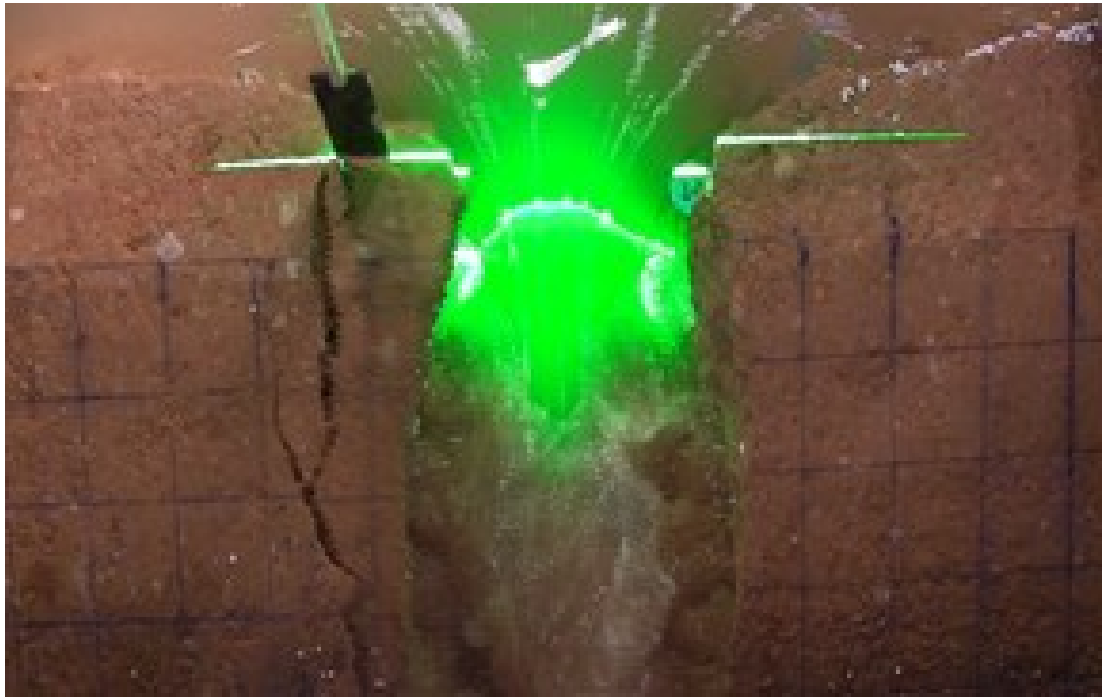
t=2796 s

El evento de inestabilidad geotécnica ocurre aguas abajo de la sección de control hidráulico.

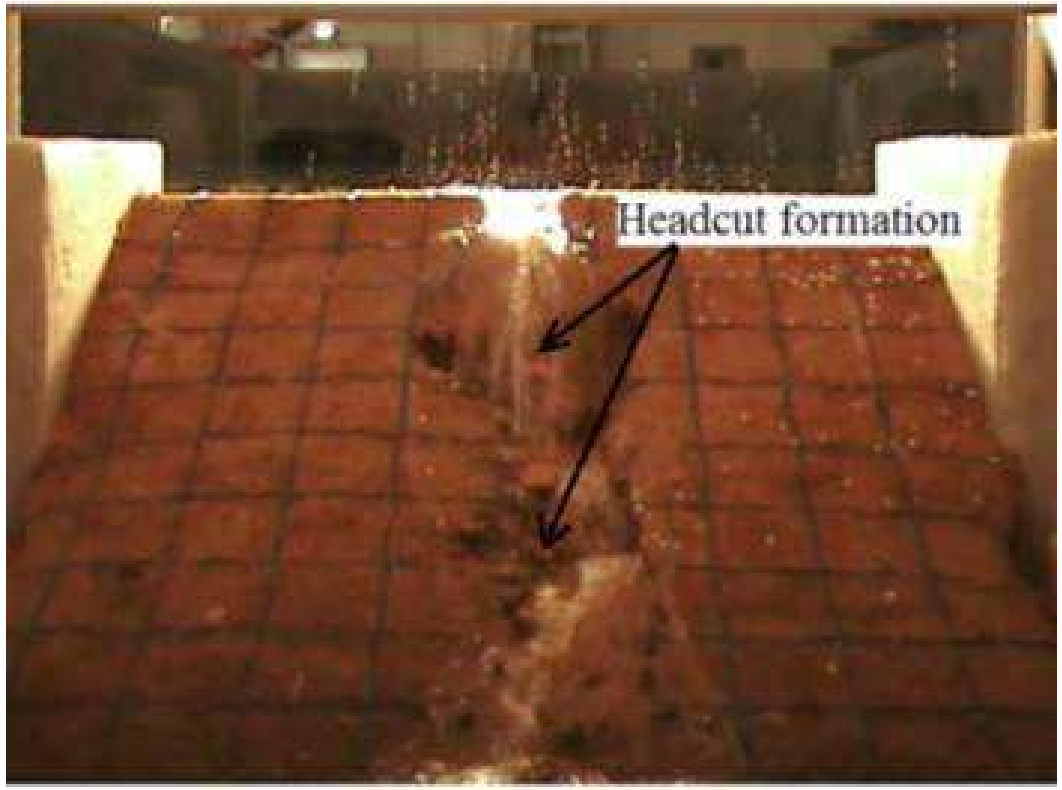


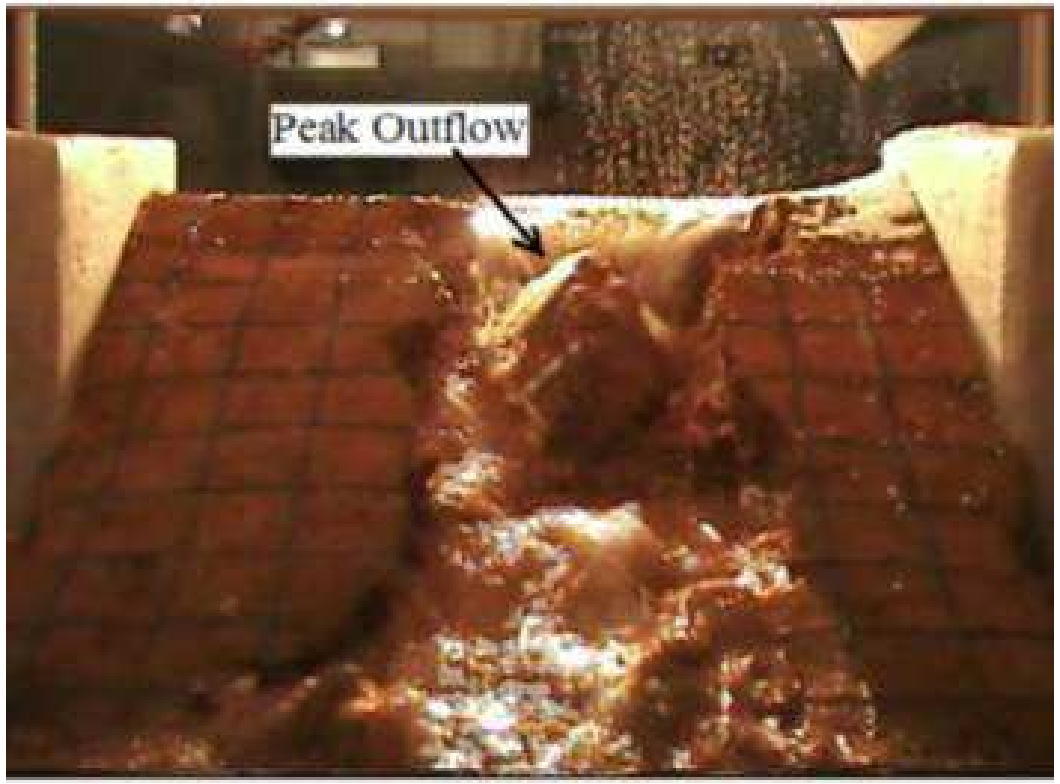
t=2833.85 s

El evento de inestabilidad geotécnica afecta la sección de control hidráulico.



Ensayos de brechas de presas

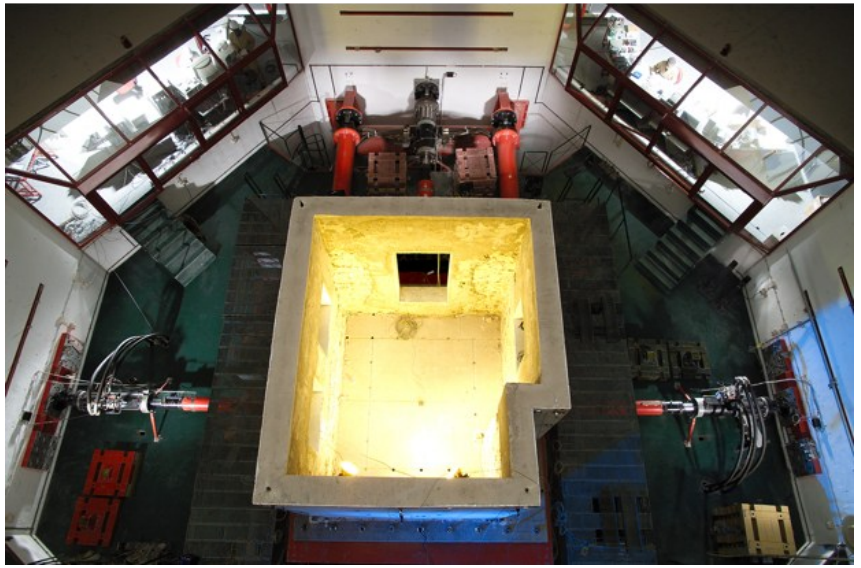


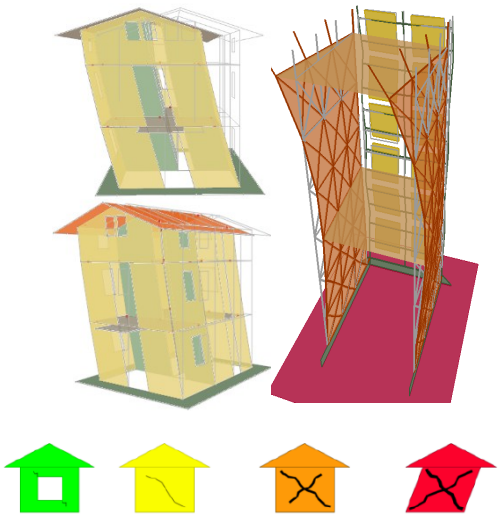


Riesgo sísmico

Ingeniería sísmica y dinámica estructural

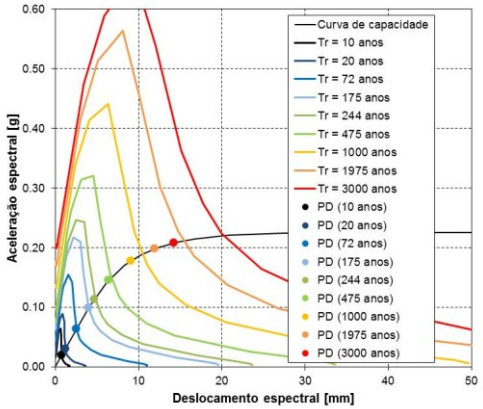
LNEC ocupa una posición de liderazgo en Portugal en las áreas de **peligro sísmico**, caracterización de la **vulnerabilidad sísmica** y evaluación del **riesgo sísmico**

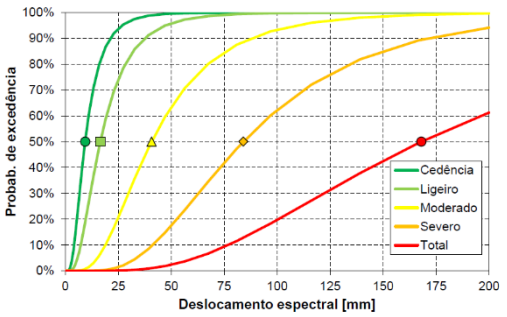


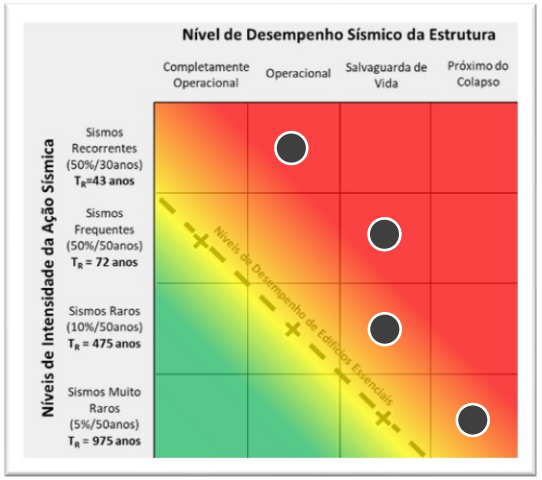


Gran instalación experimental con 2 **mesas vibratorias**, 1D y 3D.

La investigación aborda el modelado experimental y analítico de sistemas estructurales, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la **rehabilitación**







Ensayos en estructuras de mampostería















Ensayos sobre estructuras de madera

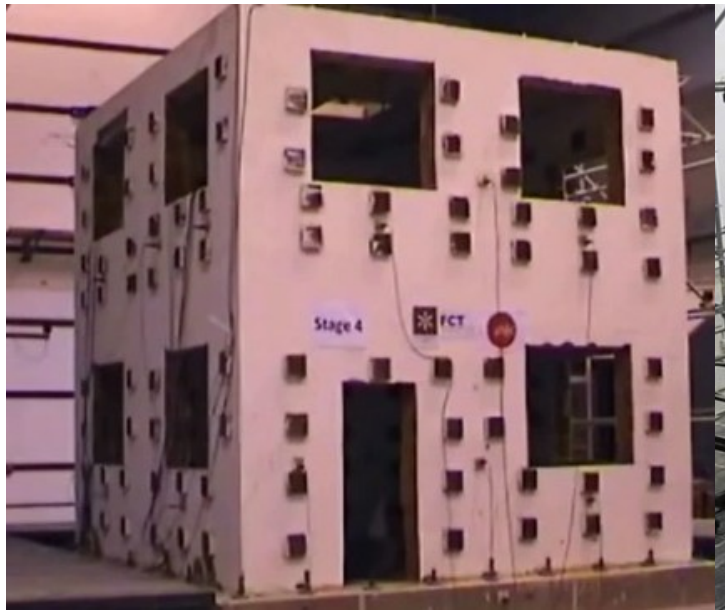




Mitigación del riesgo sísmico mediante rehabilitación

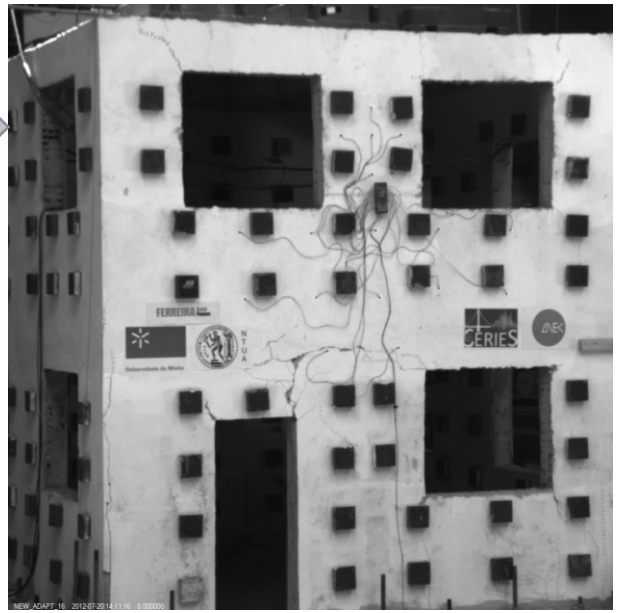
Estructura de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería no reforzada

Y con rellenos reforzados









Desarrollo regional

La investigación ayuda a responder a problemas específicos de los territorios

La investigación se aproxima así a las necesidades reales de las comunidades



Desertificación



Incendios



Gestión del agua y valorización de los recursos naturales



Desarrollo de las regiones del interior

Cooperación entre la academia, los laboratorios y las empresas

La denominada «triple hélice» (academia–industria–gobierno) está reconocida actualmente como uno de los pilares de los ecosistemas de innovación más exitosos.

El impacto de la investigación aumenta cuando existe colaboración entre:

- universidades
- laboratorios del Estado
- empresas
- administración pública
- centros tecnológicos

El papel de los Laboratorios del Estado

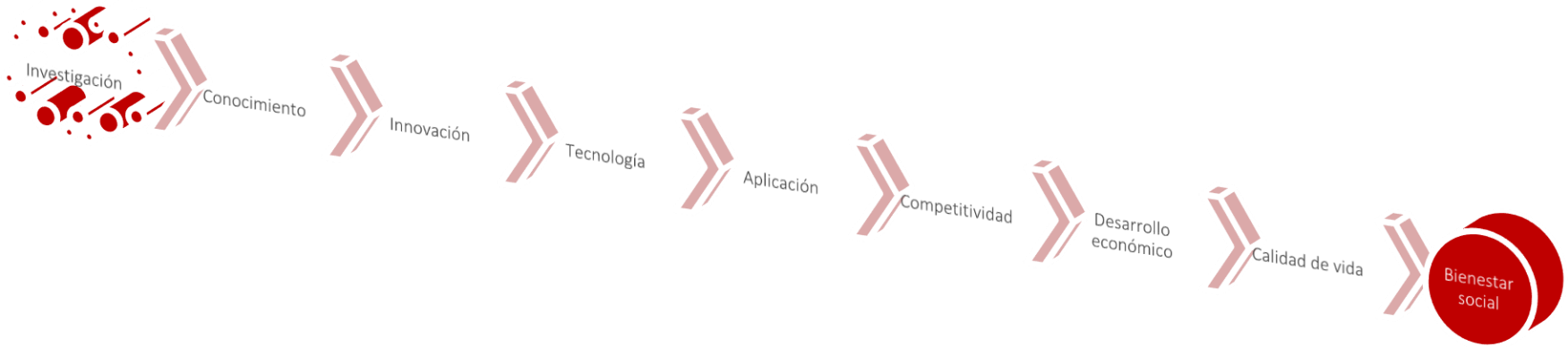
Son un puente entre la investigación científica y su aplicación práctica en beneficio de la sociedad.

Instituciones como LNEC desempeñan una función estratégica al:

- producir conocimiento independiente
- apoyar las políticas públicas
- desarollar investigación aplicada
- transferir tecnología a las empresas
- contribuir a la normalización y a la reglamentación
- prestar apoyo técnico en situaciones de riesgo y emergencia

12. Del conocimiento al impacto

Esta secuencia pone de manifiesto que el impacto de la investigación no termina con la producción científica, sino que se concreta en beneficios tangibles para la sociedad.





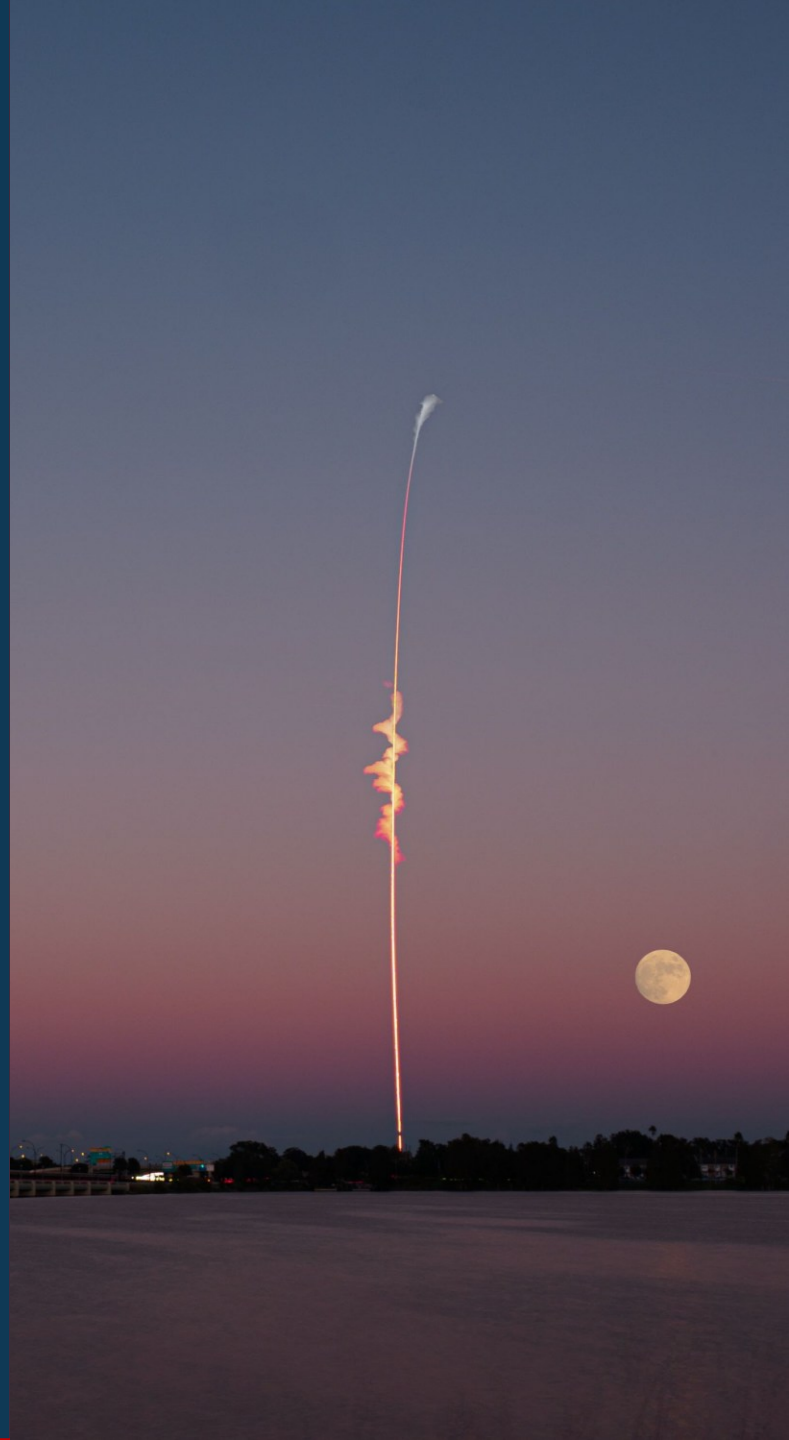
Conclusiones

Invertir en investigación es invertir en nuestra capacidad colectiva para construir el futuro

Investigar es anticipar

Innovar es transformar

Transformar conocimiento en soluciones es una de las formas más poderosas de construir una sociedad más segura, más sostenible, más competitiva y más inclusiva



Muchas gracias